

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c972 U.S. PTO
09/770229
01/29/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2 0 0 0 年 1 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number:

特 願 2 0 0 0 - 0 2 1 2 3 9

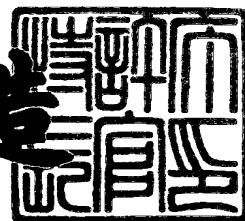
出 願 人
Applicant (s):

信越化学工業株式会社

2 0 0 0 年 9 月 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 7 1 9 1 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 P119124

【提出日】 平成12年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C03B 37/00

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 阿部 淳

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 萬徳 伸康

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 牧川 新二

【特許出願人】

 【識別番号】 000002060

 【氏名又は名称】 信越化学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100102532

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 好宮 幹夫

 【電話番号】 03-3844-4501

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 043247

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9506287

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ母材及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも第 1 コアと第 2 コアとクラッドを有する光ファイバ母材において、

前記第 1 コアは、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる領域であり、前記第 2 コアは、フッ素が添加され、屈折率が前記第 1 コア領域よりも小さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する領域であり、前記クラッドは、フッ素が添加され、屈折率が前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域よりも小さい領域であることを特徴とする光ファイバ母材。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ファイバ母材から線引きして得られることを特徴とするハイパワーレーザ用レーザガイドファイバ。

【請求項 3】 純石英ガラスからなる第 1 コア領域を形成する工程と、該第 1 コア領域を有するガラスロッドの外周に多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これを不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下でガラス化して第 2 コア領域を形成する工程と、前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域を有するガラスロッドの外周に多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これをフッ素ガス雰囲気下でガラス化してクラッド領域を形成する工程を有することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

【請求項 4】 多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これを不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下でガラス化して第 1 コア領域及び第 2 コア領域を形成する工程と、前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域を有するガラスロッドの外周に多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これをフッ素ガス雰囲気下でガラス化してクラッド領域を形成する工程を有することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

【請求項 5】 少なくとも前記第 2 コア領域として堆積させた多孔質ガラス微粒子を透明ガラス化する際に、多孔質ガラス母材が加熱源を通過する速度が 5 mm/min 以上とすることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の光ファイバ母材の製造方法。

【請求項6】 請求項3乃至請求項5のいずれか1項に記載の方法で製造された光ファイバ母材を線引きすることを特徴とするハイパワーレーザ用レーザガイドファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバ母材及びその製造方法に関するものであり、特に、この光ファイバ母材から線引きして得られる、YAGレーザ等のハイパワーな光を伝送するレーザガイドに用いられるハイパワーレーザ用レーザガイドファイバ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

大出力YAGレーザ光の伝送に用いられる石英ガラスファイバには、図1に示すように、屈折率分布（プロファイル）形状の違う、SI（Step Index）型（図1（a））、GI（Graded Index）型（図1（b））の2種類がある。SI型では、屈折率がコアとクラッドの境界でステップ状に急激に変化しており、レーザ光はコア・クラッド界面を全反射しながら伝搬する。これに対し、GI型では、プロファイルが連続的であるため、レーザ光は連続的な屈折率によりコア中心軸の周りを蛇行しながら伝搬する。

【0003】

このような伝搬形態の違いはファイバ伝送後のビーム強度分布に大きな影響を与え、GI型では入射光の強度分布が比較的保存されるため、図2に示すように、伝搬後のビームは中心部の強度分布がSI型の2倍程度になる。このようなビーム強度分布の違いにより、GI型ではSI型と比べて優れた切断特性が得られる。また、GI型は溶接においてもより深い溶け込みが得られる。例えば、難加工材であるアルミニウム合金の場合には、さらにパワー密度の影響が大きく、SI型では全く溶けないような条件でも、パワー密度の高いGI型を用いると深い溶け込みが得られる。このように、GI型光ファイバは、特性上優れているため、近年、需要が非常に高まっている。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、G I 型光ファイバは、S I 型光ファイバに比べてそのプロファイルを制御して製造することが難しく、製造に時間がかかり、生産性が低いことが欠点であった。さらに、G I 型はコア材料にGeを添加しているため、耐光強度が純石英のS I 型より低いと言われており、ハイパワーYAGレーザには強度劣化という問題があった。

【 0 0 0 5 】

そこで、例えばレーザガイド用光ファイバとしては、Geを含まずにフッ素をドープすることにより光ファイバのプロファイルを制御したフッ素ドープコアファイバを提案している。従来、フッ素をドープする光ファイバ母材の製造方法としては、OVD法を利用する方法、VAD法を利用する方法等が行われている。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、従来の製造方法では、処理条件が明確に判明しておらず、所望のプロファイルに制御して光ファイバ母材を製造することが非常に難しかった。

従って、所望のG I 型もしくは擬似G I 型のプロファイルを持ったパワー密度の高い、また耐光強度においても十分に強い、レーザガイド用光ファイバを製造することは困難であった。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、確実に所望のG I 型もしくは擬似G I 型の屈折率分布を持つと共に耐光強度にも優れた、第1コアと第2コアとクラッドを有する光ファイバ母材及びその製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の請求項1に記載した発明は、少なくとも第1コアと第2コアとクラッドを有する光ファイバ母材において、

前記第1コアは、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる領域であり、前記第2コアは、フッ素が添加され、屈折率が前記第1コア領域よりも小

さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する領域であり、前記クラッドは、フッ素が添加され、屈折率が前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域よりも小さい領域であることを特徴とする光ファイバ母材である。

【0009】

このような、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる第 1 コア領域、フッ素が添加され屈折率が前記第 1 コア領域よりも小さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する第 2 コア領域、フッ素が添加され屈折率が前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域よりも小さいクラッド領域を有する光ファイバ母材は、確実に G I 型もしくは擬似 G I 型のプロファイルを持つと共に、中心部の第 1 コア領域は、純石英と同等の屈折率を持つものとなる。

【0010】

そして、本発明の請求項 2 に記載した発明は、請求項 1 に記載の光ファイバ母材から線引きして得られることを特徴とするハイパワーレーザ用レーザガイドファイバである。

このように、本発明の光ファイバ母材から線引きして得られたハイパワーレーザ用レーザガイドファイバは、G I 型もしくは擬似 G I 型のプロファイルを持つレーザガイドであるため、ビーム強度分布のパワー密度の高い光の出射が可能であり、またコア領域はゲルマニウムを添加せずにフッ素が添加され、中心部の第 1 コア領域は純石英とほぼ同等の屈折率を有するため、ハイパワーで使用しても耐光強度が高い。

【0011】

また、本発明の請求項 3 に記載した発明は、純石英ガラスからなる第 1 コア領域を形成する工程と、該第 1 コア領域を有するガラスロッドの外周に多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これを不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下でガラス化して第 2 コア領域を形成する工程と、前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域を有するガラスロッドの外周に多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これをフッ素ガス雰囲気下でガラス化してクラッド領域を形成する工程を有することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法である。

このような方法によって、確実に G I 型もしくは擬似 G I 型のプロファイルを

持ち、第1コア領域の屈折率が純石英とほぼ同等である光ファイバ母材を製造することができる。

【0012】

さらに、本発明の請求項4に記載した発明は、多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これを不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下でガラス化して第1コア領域及び第2コア領域を形成する工程と、前記第1コア領域及び前記第2コア領域を有するガラスロッドの外周に多孔質ガラス微粒子を堆積する工程と、これをフッ素ガス雰囲気下でガラス化してクラッド領域を形成する工程を有することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法である。

このような方法によっても確実にGI型もしくは擬似GI型のプロファイルを持つ光ファイバ母材を製造することができる。

【0013】

この場合、請求項5に記載したように、少なくとも前記第2コア領域として堆積させた多孔質ガラス微粒子を透明ガラス化する際に、多孔質ガラス母材が加熱源を通過する速度が5mm/min以上とすることが好ましい。

このように、第2コア領域として堆積させた多孔質ガラス微粒子を透明ガラス化する際に、多孔質ガラス母材が加熱源を通過する速度が5mm/min以上とすることにより、確実にGI型もしくは擬似GI型のプロファイルを持つ光ファイバ母材を製造することができる。

【0014】

そして、本発明の請求項6に記載した発明は、請求項3乃至請求項5のいずれか1項に記載の方法で製造された光ファイバ母材を線引きすることを特徴とするハイパワーレーザ用レーザガイドファイバの製造方法である。

このように、本発明の方法で製造された光ファイバ母材を線引きする方法によりハイパワーレーザ用レーザガイドファイバを製造すると、GI型もしくは擬似GI型のプロファイルを持つレーザガイドであるため、ビーム強度分布のパワー密度の高い光の出射が可能な、またコア領域はゲルマニウムを添加せずにフッ素が添加され、中心部の第1コア領域は純石英とほぼ同等の屈折率を有するため、ハイパワーで使用しても耐光強度が高いレーザガイドファイバを製造することが

できる。

【0015】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について添付した図面に基づき説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

すなわち、本発明者等は、光ファイバ母材から線引きして得られるレーザガイドファイバが、高いパワー密度と高い耐光強度を有するために種々検討した結果、少なくとも第1コアと第2コアとクラッドを有する光ファイバ母材において、第1コア、第2コア、クラッドが、夫々所望のGI型もしくは擬似GI型の屈折率分布を有する領域となる条件を見出し、本発明を完成するに至ったものである。

【0016】

すなわち、本発明の光ファイバ母材は、少なくとも第1コアと第2コアとクラッドを有する光ファイバ母材において、第1コアは、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる領域であり、第2コアは、フッ素が添加され、屈折率が第1コア領域よりも小さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する領域であり、クラッドは、フッ素が添加され、屈折率が第1コア領域及び第2コア領域よりも小さい領域を有する光ファイバ母材である。

以下の説明は、光ファイバ母材について行うが、母材の構造、特性に関する記載については、この光ファイバ母材を線引きして製造したハイパワーレーザ用レーザガイドファイバにも適用されるものである。

【0017】

ここで、図4、図5に本発明の光ファイバ母材の第1コア領域a、第2コア領域b、クラッド領域cのプロファイルの概略図を例示する。図4は、第1コア領域aが純石英ガラスからなる場合、図5は、第1コア領域a及び第2コア領域bにフッ素がドーピングされている場合である。この第1コア領域aは、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる領域である。第2コア領域bは、フッ素が添加され、屈折率が第1コア領域aよりも小さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する領域である。クラッド領域cは、径方向に一樣にフッ素が添

加され、屈折率が第 1 コア領域 a 及び第 2 コア領域 b よりも小さく、屈折率分布が平坦な領域である。

【 0 0 1 8 】

すなわち、第 1 コア領域の屈折率は最も高く、純石英との屈折率差が ± 0.001 として純石英とほぼ同等になるようにし、第 2 コア領域の屈折率は外周方向へいく程小さくなるようにし、クラッド領域の屈折率は平坦になるように分布させ、少なくとも第 2 コア領域とクラッド領域にはフッ素を添加している。

【 0 0 1 9 】

このような屈折率分布とすると、確実に所望の G I 型もしくは擬似 G I 型のプロファイルを持つ光ファイバ母材となるため、これより線引きして得られるハイパワーレーザ用レーザガイドファイバは、S I 型よりパワー密度の高い光の出射が可能である。

また、コア材料にゲルマニウムを添加せずにフッ素を添加しているし、中心部の第 1 コア領域はほとんど純石英と同じであるため、この光ファイバ母材より線引きして得られるハイパワーレーザ用レーザガイドファイバは、純石英の S I 型と同様の高い耐光強度を有することができる。この場合、第 1 コア領域は純石英との屈折率差が ± 0.001 であればよいが、純石英ガラスからなることがより好ましく、これにより一層高い耐光強度が得られる。

【 0 0 2 0 】

以下、上記のような光ファイバ母材のうち、第 1 コア領域が純石英ガラスからなる光ファイバ母材の製造方法について説明する。

まず、例えば V A D 法により多孔質ガラス微粒子を堆積し、得られた多孔質ガラス母材を脱水透明ガラス化して純石英ガラスからなる第 1 コア領域を有するガラスロッドを作製する。

【 0 0 2 1 】

次いで、該ガラスロッドを延伸加工し、この外周に例えば V A D 法や O V D 法等により、多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けする。そして、図 3 に示すように、この多孔質ガラス母材 1 を不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下で焼結、ガラス化して第 2 コア領域を有するガラスロッドを形成する。不活性ガスとフ

ッ素ガスの混合雰囲気としては、例えばH e等の不活性ガスと、 SiF_4 、 SF_6 、フレオン等の混合ガス雰囲気等が挙げられる。

【0022】

この際、混合雰囲気の混合の割合と、該多孔質ガラス母材1が加熱炉2内の加熱源3を通過する速度、即ち焼結スピードを最適化することにより、フッ素を添加する量、即ちフッ素のドーブ量が、径方向に渡って外側を多く内側を少なくなるようにすることができる。この場合、第2コア領域の軸付け量を変えることにより、第1コア領域と第2コア領域の占める割合を変えて所望の屈折率分布の形状に形成することができる。

【0023】

上記のように焼結スピードを最適化するためには、第2コア領域として堆積させた多孔質ガラス微粒子5を透明ガラス化する際に、多孔質ガラス母材1が加熱炉2内の加熱源3を通過する速度が 5 mm/min 以上とすることが好ましい。これは、例えば従来の製造方法における速度が 3 mm/min であるのに対して、1.5倍以上の速度である。このような速度で多孔質ガラス母材1をヒータ等の加熱源3を通過させることにより、雰囲気中のフッ素は多孔質ガラス母材の第2コア領域の周辺の方には多くドーブされるが、中心に向うにつれて少なくなり、第1コア領域にはほとんどドーブされないうちにガラス化を行うことができることが判った。

【0024】

また、不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気の混合の割合は、焼結スピードに合わせて最適化するが、焼結スピードが速いほどフッ素ガス含有量は少なくすることができる。例えば焼結スピードを 7 mm/min とすれば、フッ素ガス含有量は10%以下として屈折率分布を所望のGI型もしくは擬似GI型に形成することができる。

【0025】

さらに、このとき、多孔質ガラス微粒子の嵩密度を $0.15\text{ g/cm}^3 \sim 1.0\text{ g/cm}^3$ とすることが好ましい。嵩密度が 0.15 g/cm^3 より小さければ、フッ素がドーブされ過ぎたり、多孔質ガラス母材の製造そのものが難

しくなったりすることがある。また 1.0 g/cm^3 より大きければ、フッ素が第2コア領域に入り込めないためほとんどドーブされないことがある。従って、 $0.15 \text{ g/cm}^3 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$ の高密度であれば、焼結処理でフッ素がドーブされ過ぎたり、ドーブ量が不足することなく、屈折率分布をGI型もしくは擬似GI型の形状にすることができる。

【0026】

次いで、第2コア領域を有するガラスロッドを、例えばVAD法やOVD法等により同様にして多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けする。その後、これをフッ素ガス雰囲気下で透明ガラス化してクラッド領域を形成した光ファイバ母材を得る。フッ素ガス雰囲気としては、例えば SiF_4 100%のガス雰囲気等が挙げられる。この場合、クラッド領域の屈折率分布は均一である必要があり、フッ素が径方向で一様にドーブされ、平坦な分布であった方が特性が安定してよい。

【0027】

以上の工程を経て得られた光ファイバ母材は、確実にGI型もしくは擬似GI型のプロファイルを持つことができる。この光ファイバ母材を線引きして製造されたハイパワーレーザ用レーザガイドファイバは、SI型よりもビーム強度分布のパワー密度が高く、また第1コア領域は純石英であるため、耐光強度も高い、耐劣化性に優れたものとすることができる。

【0028】

次に、第1コア領域及び第2コア領域を同時に多孔質ガラス微粒子から形成する光ファイバ母材の製造方法について説明する。

まず、例えばVAD法により多孔質ガラス微粒子を堆積し、得られた多孔質ガラス母材を脱水処理する。その後、図3に示すように、この多孔質ガラス母材1を不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下で焼結、ガラス化して第1コア領域、第2コア領域を有するガラスロッドを形成する。不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気としては、例えばHe等の不活性ガスと、 SiF_4 、 SF_6 、フレオン等の混合ガス雰囲気等が挙げられる。

【0029】

この際、上記同様にして、混合雰囲気との混合の割合と、該多孔質ガラス母材 1 が加熱炉 2 内の加熱源 3 を通過する速度、すなわち焼結スピードを最適化することにより、フッ素のドーピング量が径方向に渡って外側を多く内側を少なくなるようにする。

【0030】

ここで、焼結スピードを最適化するためには、第 1 コア領域及び第 2 コア領域として堆積させた多孔質ガラス微粒子 5 を透明ガラス化する際に、多孔質ガラス母材 1 が加熱炉 2 内の加熱源 3 を通過する速度が 5 mm/min 以上とすることが好ましい。すなわち、第 1 コア領域と第 2 コア領域として堆積させた多孔質ガラス微粒子を透明ガラス化する際に、 5 mm/min 以上の焼結スピードとすることによって、フッ素は第 2 コア領域に多くドーピングされ、第 1 コア領域にドーピングされる量は少ないことが判った。

このようにして第 1 コア領域、第 2 コア領域の屈折率分布の形状を所望の G I 型もしくは擬似 G I 型に形成することができる。

【0031】

次いで、前記と同様に第 2 コア領域を有するガラスロッドを、例えば VAD 法や OVD 法等により同様にして多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けする。その後、これをフッ素ガス雰囲気下で透明ガラス化してクラッド領域を形成した光ファイバ母材を得る。フッ素ガス雰囲気としては、例えば SiF_4 100% のガス雰囲気等が挙げられる。この場合も、クラッド領域の屈折率分布は均一である必要があり、フッ素が径方向で一様にドーピングされ、平坦な分布であった方が特性が安定してよい。

【0032】

以上の工程を経て得られた光ファイバ母材は、確実に G I 型もしくは擬似 G I 型のプロファイルを持つことができる。この光ファイバ母材を線引きして製造されたハイパワーレーザ用レーザガイドファイバは、S I 型よりもビーム強度分布のパワー密度及び耐光強度が高く、耐劣化性に優れたものとすることができる。

【0033】

【実施例】

以下、本発明の実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

(実施例 1)

VAD法により多孔質ガラス微粒子を堆積し、得られた多孔質ガラス母材を脱水透明ガラス化して純石英ガラスからなる第1コア領域を有するガラスロッドを作製し、これをガラス施盤を用いて直径15mmに延伸加工した。このガラスロッドの第1コア領域の屈折率差は、+0.0004（基準は純石英レベル）であり、純石英と同一と言ってよいものであった。次に、この外周にOVD法により、多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けした。

【0034】

そして、ガス流量4.9L/minのHeと0.1L/minのSiF₄の混合雰囲気下（フッ素ガス含有量2%）で、加熱炉内のヒータを通過する速度を7.0mm/minとして、この多孔質ガラス母材に焼結処理を行った。このようにフッ素のドーブ量が径方向に渡って外側を多く、内側を少なくなるように条件を設定して、多孔質母材を焼結、ガラス化して第2コア領域を有するガラスロッドを形成した。

【0035】

ここで、作製されたガラスロッドの第1コア領域及び第2コア領域の屈折率プロファイルを図6に示す。図6に示すように、このガラスロッドのプロファイルは、第1コア領域の占める割合が多く、擬似GI型になっていることが判る。

【0036】

さらに、上記第2コア領域を有するガラスロッドを、OVD法により同様にし、多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けした。その後、これをSiF₄の雰囲気下（フッ素ガス含有量100%）で、透明ガラス化してクラッド領域を形成して光ファイバ母材を得た。

【0037】

この出来上がった光ファイバ母材を線引きし、ハイパワーレーザ用レーザガイドファイバを得た。これをレーザガイドとして評価したところ、図4及び図6に示したように、このプロファイルは擬似GI型になっているため、SI型よりも

ビーム強度分布のパワー密度が高く、また中心部は純石英とほぼ同等の屈折率を有するため、耐光強度も高く、耐劣化性に優れたものとすることができた。この場合、特に第 1 コア領域の占める割合が多いため、耐光強度を非常に高くすることができた。このように、ビーム形状及び耐光強度の両方共、従来の S I 型、G I 型の短所を補い合うような良好な特性を示した。

【 0 0 3 8 】

(実施例 2)

中心部の第 1 コア径を小さくし、第 2 コア領域の軸付け量を多くなるようにした以外は実施例 1 と同様にして第 1 コア領域及び第 2 コア領域を有するガラスロッドを形成した。

ここで、作製されたガラスロッドの第 1 コア領域及び第 2 コア領域の屈折率プロファイルを図 7 に示す。図 7 に示すように、このガラスロッドのプロファイルは、第 2 コア領域の軸付け量を多くしたため、第 1 コア領域の占める割合が少なく、擬似 G I 型になっていることが判る。

【 0 0 3 9 】

さらに、実施例 1 と同様にして光ファイバ母材を得てこれを線引きし、ハイパワーレーザ用レーザガイドファイバを得、これをレーザガイドとして評価した。図 7 に示すように、このプロファイルは擬似 G I 型になっているため、S I 型よりもビーム強度分布のパワー密度が高く、また中心部は純石英とほぼ同等の屈折率を有するため、耐光強度も高く、耐劣化性に優れたものとすることができた。この場合、特に G I 型に近いプロファイルであるため、ビーム強度分布のパワー密度を非常に高くすることができた。このように、ビーム形状及び耐光強度の両方共、従来の S I 型、G I 型の短所を補い合うような良好な特性を示した。

【 0 0 4 0 】

(実施例 3)

VAD 法により多孔質ガラス微粒子を堆積し、得られた多孔質ガラス母材を脱水処理する。その後、この多孔質ガラス母材を不活性ガスとフッ素ガスの混合雰囲気下で焼結、ガラス化して第 1 コア領域、第 2 コア領域を有するガラスロッドを形成した。この際、ガス流量 4.9 L/min の He と 0.1 L/min の S

SiF_4 の混合雰囲気下（フッ素ガス含有量 2 %）で、加熱炉内のヒータを通過する速度を 7. 0 mm/min として、焼結処理を行い、フッ素のドーブ量が径方向に渡って外側を多く、内側を少なくなるようにした。

【 0 0 4 1 】

このガラスロッドの第 1 コア領域の屈折率差は、 $-0. 0 0 0 6$ （基準は純石英レベル）であった。次に、この外周に OVD 法により、多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けした。

ここで、作製されたガラスロッドの第 1 コア領域及び第 2 コア領域の屈折率プロファイルを図 8 に示す。図 8 に示すように、このガラスロッドのプロファイルは GI 型になっていることが判る。

【 0 0 4 2 】

さらに、実施例 1、実施例 2 と同様にして上記第 2 コア領域を有するガラスロッドを、OVD 法により同様にして多孔質ガラス微粒子を堆積させ、軸付けした。その後、これを SiF_4 の雰囲気下（フッ素ガス含有量 1 0 0 %）で、透明ガラス化してクラッド領域を形成して光ファイバ母材を得た。

【 0 0 4 3 】

この出来上がった光ファイバ母材を線引きしてハイパワーレーザ用レーザガイドファイバを得、これをレーザガイドとして評価した。図 5 及び図 8 に示すように、このプロファイルは GI 型になっているため、SI 型よりもビーム強度分布のパワー密度が非常に高く、また中心部は純石英とほぼ同等の屈折率を有するため、耐光強度も高く、耐劣化性に優れたものとすることができた。このように、ビーム形状及び耐光強度の両方共、従来の SI 型、GI 型の短所を補い合うような良好な特性を示した。

【 0 0 4 4 】

尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【 0 0 4 5 】

例えば、本発明の方法を実施するにあたっては、光ファイバ母材の製造方法には VAD 法、OVD 法等の何れの方法にも適用することができる。

また、上記実施形態においては、第 1 コア領域、第 2 コア領域、クラッド領域を設けたが、本発明はこれに限定されるものではなく、コア領域、クラッド領域をさらに設け、コア領域、クラッド領域の占める割合を変化させてもよい。

【0046】

【発明の効果】

本発明は、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる第 1 コア領域、フッ素が添加され屈折率が前記第 1 コア領域よりも小さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する第 2 コア領域、及びフッ素が添加され屈折率が第 1 コア領域及び第 2 コア領域よりも小さいクラッド領域を有する光ファイバ母材である。

【0047】

このような第 1 コア領域、第 2 コア領域、クラッド領域を有する光ファイバ母材は、GI 型もしくは擬似 GI 型の所望のプロファイルを実際に持つことができる。従って、この光ファイバ母材から線引きして得られるハイパワーレーザ用レーザガイドファイバは、SI 型よりもビーム強度分布のパワー密度の高い光の出射が可能であり、またコア領域はゲルマニウムを添加せずにフッ素が添加され、中心部の第 1 コア領域は純石英とほぼ同等の屈折率を有するため、耐光強度が高く、ハイパワーで使用しても耐劣化性の優れたものにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

SI 型及び GI 型光ファイバの屈折率分布（プロファイル）を示した図である。

(a) SI 型光ファイバ、(b) GI 型光ファイバ

【図 2】

SI 型及び GI 型光ファイバのビーム強度分布を示した図である。

(a) SI 型光ファイバ、(b) GI 型光ファイバ

【図 3】

本発明の光ファイバ母材を製造する方法を示した図である。

【図 4】

本発明の光ファイバ母材の第 1 コア領域、第 2 コア領域、クラッド領域のプロファイルの概略図の一例である。

【図 5】

本発明の光ファイバ母材の第 1 コア領域、第 2 コア領域、クラッド領域のプロファイルの概略図の他の例である。

【図 6】

実施例 1 で製造された光ファイバ母材のプロファイルを示した図である。

【図 7】

実施例 2 で製造された光ファイバ母材のプロファイルを示した図である。

【図 8】

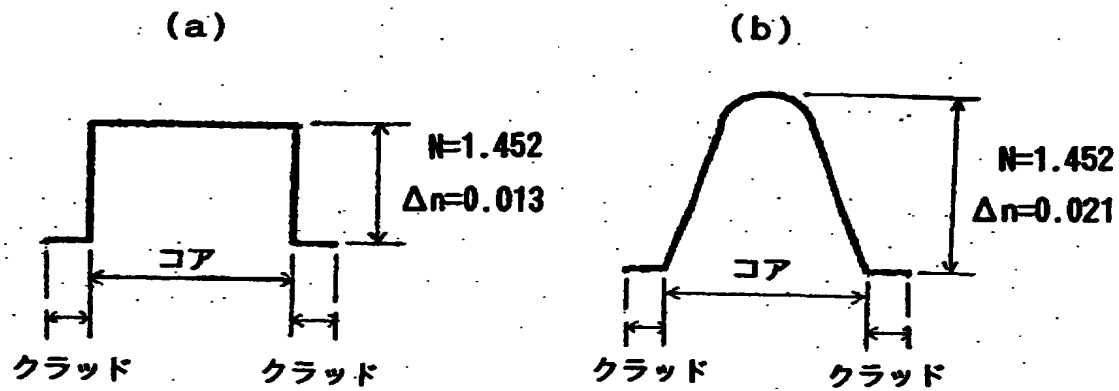
実施例 3 で製造された光ファイバ母材のプロファイルを示した図である。

【符号の説明】

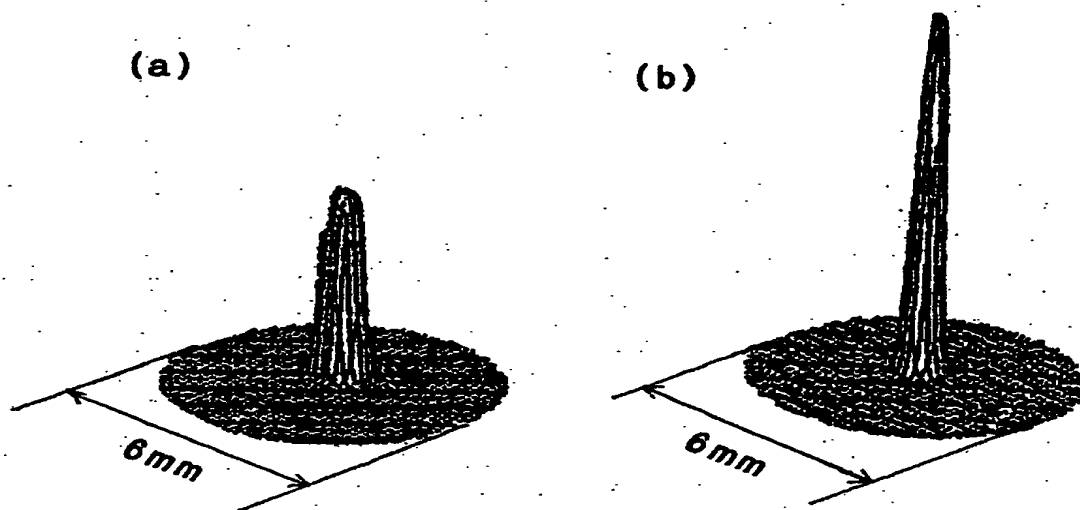
- 1 …多孔質ガラス母材、 2 …加熱炉、 3 …加熱源、 4 …ガラスロッド、
5 …多孔質ガラス微粒子。
a …第 1 コア領域、 b …第 2 コア領域、 c …クラッド領域。

【書類名】 図面

【図 1】

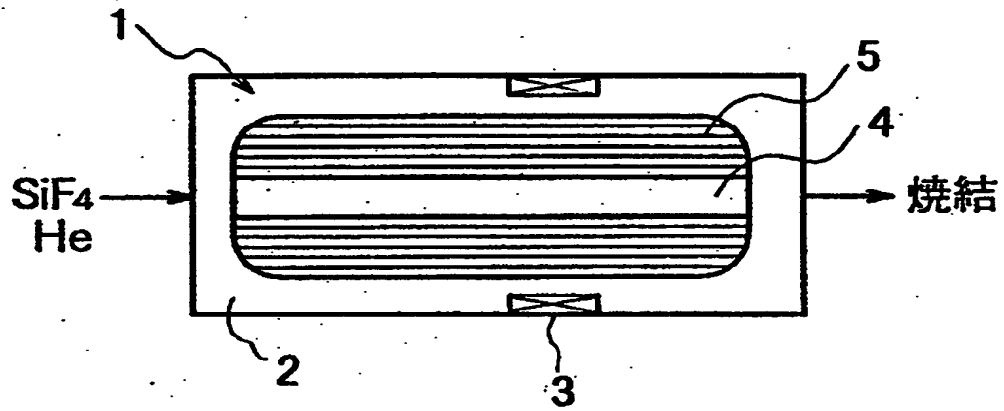


【図 2】

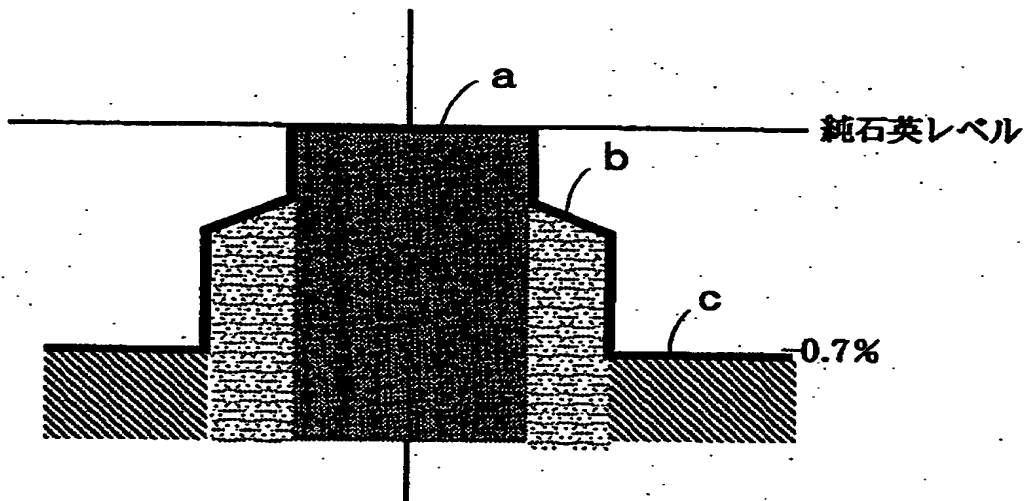


ファイバコア直径：1.0mm

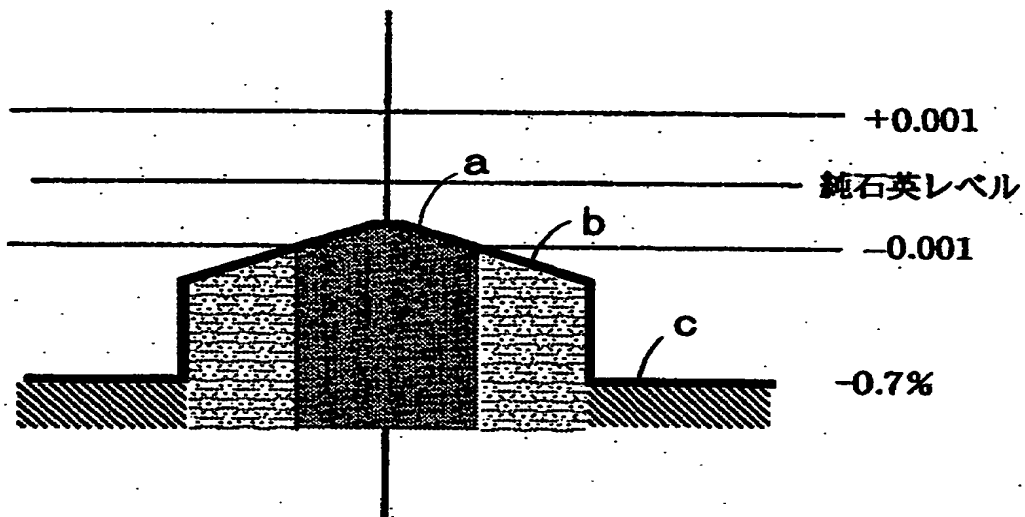
【図 3】



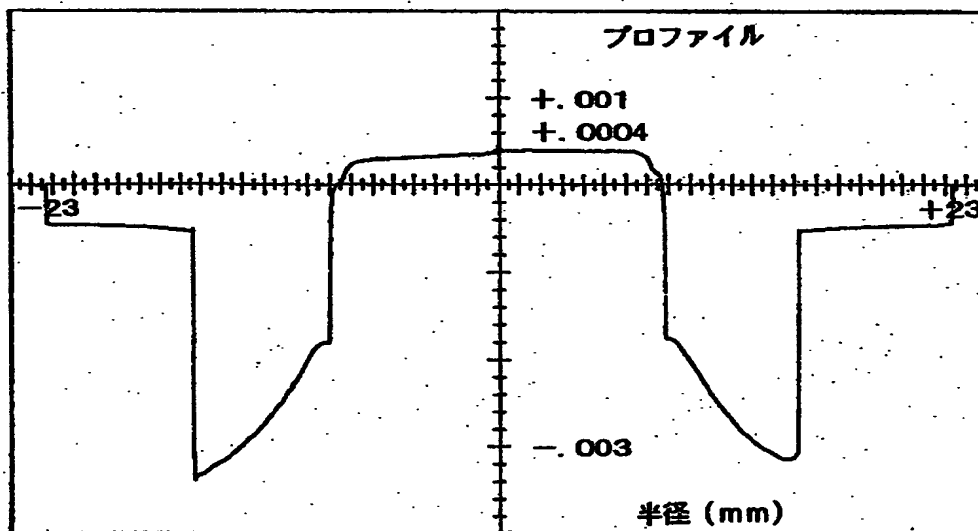
【図 4】



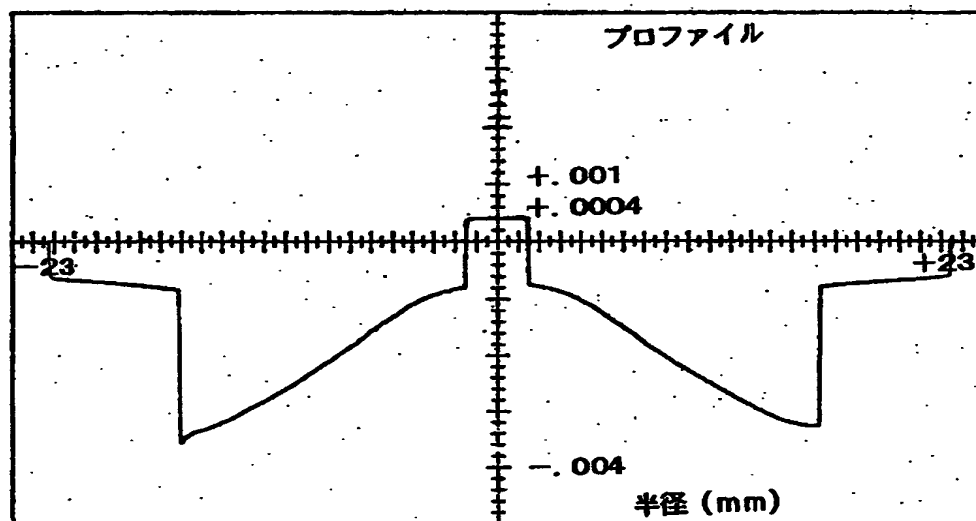
【図5】



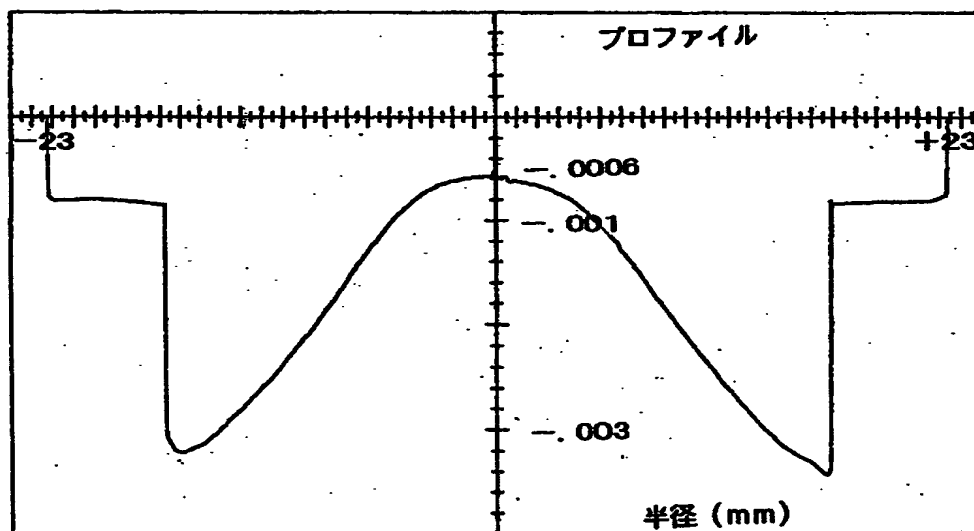
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 確実に所望の G I 型もしくは擬似 G I 型の屈折率分布を持つと共に耐光強度にも優れた、第 1 コアと第 2 コアとクラッドを有する光ファイバ母材及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 少なくとも第 1 コアと第 2 コアとクラッドを有する光ファイバ母材において、前記第 1 コアは、純石英との屈折率差が ± 0.001 のガラスからなる領域であり、前記第 2 コアは、フッ素が添加され、屈折率が前記第 1 コア領域よりも小さく外周方向へいく程小さくなるような分布を有する領域であり、前記クラッドは、フッ素が添加され、屈折率が前記第 1 コア領域及び前記第 2 コア領域よりも小さい領域であることを特徴とする光ファイバ母材及びこの光ファイバ母材の製造方法。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 0 6 0]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号
氏 名	信越化学工業株式会社